

Patent Specification

DE 42 09 091 C2

(54) Method for reducing the engine torque when shifting gears in a motor vehicle

(57) Method for reducing the engine torque when shifting gears in a motor vehicle with electronically controlled automatic transmission and electronic engine control, characterized in that the rotary torque (M_{DR}) which is produced by rotating masses which are to be accelerated or decelerated when the engine rotary angular velocity (W_M) changes due to the shifting of gears is computed and when the new gear is engaged both the engine torque (M_M) and also the torque absorbed by the clutch of the newly engaged gear (M_{Kn}) are reduced by the amount of this rotary energy moment (M_{DR}).

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung des Motormoments nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Kraftfahrzeugen mit elektronisch gesteuerter Brennkraftmaschine und elektronisch gesteuertem Automatikgetriebe ist es bekannt, bei Hoch- und/oder Rückschaltungen das Drehmoment der Brennkraftmaschine, im folgenden Motormoment genannt, zu reduzieren, um Schaltrucke zu vermindern. Die Reduzierung des Motormoments wird beispielsweise durch einen sog. Motoreingriff, d. h. durch einen Befehl des Getriebesteuergerätes an das Motorsteuergerät zur Motormomentenreduzierung, durchgeführt. Das Motorsteuergerät reagiert auf diesen Befehl vom Getriebesteuergerät beispielsweise mit einer Zündwinkelspätverstellung, einer Verkürzung der Einspritzzeit und/oder einer Reduzierung des Drosselklappenöffnungswinkels.

Aus der DE 28 48 624 C2 ist beispielsweise eine Vorrichtung zur Reduzierung des Motormoments bekannt, die in Abhängigkeit vom Betrag und dem Änderungsgradienten der Motordrehzahl den Beginn und das Ende des Motoreingriffs bestimmt und in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und dem Drosselklappenöffnungswinkel aus einem Speicher den Betrag zur Reduzierung des Motormoments, d. h. die Intensität des Motoreingriffs, ermittelt. Eine derartige Ermittlung des Betrags der Motormomentenreduzierung setzt ein starres Schema durch abgespeicherte Kennfelder voraus, die einerseits viel Speicherplatz benötigen und die andererseits sehr ungenau sind, da Zwischenwerte iterativ ermittelt werden.

Darüber hinaus ist aus der DE 28 48 624 C2 weder eine Berechnungsmethode für den Betrag der Motormomentenreduzierung noch eine Kupplungssteuerung in Abhängigkeit von dem Getriebeausgangsmoment bekannt.

Weiterhin sind in dem Buch "Automobiltechnisches Handbuch", Bussien, Ergänzungsband zur 18. Auflage, Verlag Gruyter, Berlin, 1979, Seite 875 ff., Merkmale automatischer Getriebe bei Zugkrafthochschaltungen beschrieben. Aus diesem Buch ist bekannt, daß während einer Zugkrafthochschaltung das Getriebeausgangsmoment durch die Energie aus den rotierenden Massen erhöht ist. Entsprechend der Lehre dieses Buches werden jedoch keine Maßnahmen, wie z. B. eine Reduzierung des Brennkraftmaschinenmoments, ergriffen, um zur Verbesserung des Komforts die Erhöhung des Getriebeausgangsmoments während eines Schaltvorgangs zu verhindern.

Weiterhin ist aus der DE 34 04 154 C2 ein Verfahren bekannt, bei dem das Drehenergiemoment, das durch zu verzögernde oder zu beschleunigende rotierende Massen bei einer Änderung der Motordrehwinkelgeschwindigkeit entsteht, berechnet wird. Bei dem aus der DE 34 04 154 C2 bekannten Verfahren wird jedoch eine Reduzierung des Motormoments lediglich zur Unterdrückung von Schwingungen beim Lastwechsel in einem Kraftfahrzeug mit Schaltgetriebe und elektronischer Motorsteuerung vorgenommen. Die Verbesserung des Schaltkomforts während eines Gangwechsels wird in der DE 34 04 154 C2 nicht beachtet.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine speicherplatzsparende und genaue Methode zur Ermittlung des Betrags der Motormomentenreduzierung zu schaffen, die zudem zur Optimierung des Fahrkomforts während eines Gangwechsels das Getriebeausgangsmoment konstant

hält.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird die Ermittlung des Betrags zur Motormomentenreduzierung mittels Kennfeldern durch einen Algorithmus zur jeweils aktuellen Berechnung dieses Betrags ersetzt.

Der Betrag, um den das Motormoment reduziert wird, entspricht einem jeweils aktuell berechneten Drehenergiemoment, das durch zu verzögernde oder zu beschleunigende Massen rotierender Motor- und Getriebeteile entsteht. Beispielsweise werden bei einer Hochschaltung durch die Drehzahlreduzierung dieser Motor- und Getriebeteile deren Massen gebremst. Das dabei entstehende Drehenergiemoment würde ohne erfindungsgemäße Motormomentenreduzierung zu einer für den Fahrer als Schaltruck spürbaren Erhöhung des Getriebeausgangsmoments führen. Da dieses Drehenergiemoment erfindungsgemäß berechnet wird, werden speicherintensive Kennfelder und damit ungenaue iterative Zwischenwerte umgangen.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ist der Gegenstand des Patentanspruchs 2.

Da die Motordrehzahl üblicherweise von elektronischen Getriebesteuergeräten ohnehin ermittelt wird und daraus auf einfache Weise durch Multiplikation mit einer Konstanten die Motordrehwinkelgeschwindigkeit und mit der ersten Ableitung die Motordrehwinkelbeschleunigung berechnet werden kann, wird das Drehenergiemoment mit der allgemein gültigen physikalischen Formel $M = J \times \dot{\omega}$ ermittelt. M entspricht dabei dem Drehenergiemoment, J dem Trägheitsmoment der rotierenden Massen von Motor- und Getriebeteilen und $\dot{\omega}$ dem Gradienten bzw. der ersten Ableitung der Motordrehwinkelgeschwindigkeit. Für das Trägheitsmoment J wird beispielsweise ein für alle Gänge geltender Wert gewählt, der sich vorwiegend nach dem Trägheitsmoment der für jeden Gang gleichbleibenden rotierenden Massen der Motorteile richtet, da die durch die Getriebeteile entstehenden Trägheitsmomente kleiner gegenüber dem Trägheitsmoment der rotierenden Motorteile sind. Darüber hinaus können beispielsweise die Trägheitsmomentdifferenzen, die durch die unterschiedlich rotierenden Getriebeteile in den einzelnen Gängen entstehen, vernachlässigt werden.

Mit dieser erfindungsgemäßen Weiterbildung wird lediglich Speicherplatz für den Algorithmus zur Berechnung dieses Betrages und für den einzigen Trägheitsmomentenwert benötigt.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist der Gegenstand des Patentanspruchs 3.

Werden zur Komfortoptimierung hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Berechnung des Betrags zur Motormomentenreduzierung gestellt, wird zwischen den Trägheitsmomenten der einzelnen Gänge unterschieden. Beispielsweise kann bei einem Wechsel in einen neuen Gang bei der Berechnung des Drehenergiemoments das für den neuen Gang gültige Trägheitsmoment verwendet werden, da vorwiegend die rotierenden Massen des neuen Ganges der Motordrehzahländerung entgegenwirken.

Somit wird statt einem Trägheitsmomentenwert eine Anzahl von Trägheitsmomentenwerten, die der Anzahl der möglichen Gänge entspricht, im Speicher abgelegt. Mit dieser Erweiterung der zu speichernden Daten um einige wenige Werte wird eine Funktionserweiterung erreicht, die mit der üblichen Methode eine Erweiterung der abzuspeichernden Daten um ganze Kennfelder be-

deuten würde.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Sie zeigt eine Motormomentenreduzierung während eines Hochschaltablaufs.

Die Verläufe der Motordrehwinkelgeschwindigkeit w_M , des von der Kupplung des vorher eingelegten Ganges aufgenommenen Moments M_{KV} , des von der Kupplung des neu eingelegten Ganges aufgenommenen Moments M_{KN} , des Getriebeausgangsmoments M_{GA} und des Motormoments M_M sind in zeitlicher Zuordnung 10 einander gegenübergestellt.

Mit gestrichelten Linien sind die Verläufe eingetragen, die ohne die erfindungsgemäße Motormomentenreduzierung MR auftreten würden. Die durchgezogenen Linien sind die Verläufe mit der erfindungsgemäßen 15 Motormomentenreduzierung NR . Der Betrag MR ist identisch mit dem Drehenergiemoment M_{DE} , das aus der Multiplikation des Trägheitsmoments J und der (hier negativen) Motordrehwinkelbeschleunigung \dot{w}_M , d. h. mit dem Gradienten der abnehmenden Motordrehwinkelgeschwindigkeit w_M , berechnet wird und um den das Motormoment M_M während des Hochschaltablaufs 20 jeweils reduziert wird. Wie aus dem Verlauf der Motordrehwinkelgeschwindigkeit w_M hervorgeht, treten unterschiedliche negative Motordrehwinkelbeschleunigungen \dot{w}_M auf, wodurch sich auch der Wert MR , um den das Motormoment M_M reduziert wird, zeitlich ändert. Der Betrag MR , um den das Motormoment M_M reduziert werden soll, wird beispielsweise über eine Busverbindung vom Getriebesteuergerät an das Motorsteuergerät übertragen (in der Zeichnung nicht dargestellt).

Im folgenden wird der Wirkungszusammenhang der Verläufe chronologisch erläutert:

Zum Zeitpunkt t_1 gibt das hier nicht dargestellte Getriebesteuergerät einen elektrischen Befehl an Steuerventile der Hydraulik, den Hochschaltvorgang zu beginnen. Die für eine Hochschaltung notwendigen hydraulischen Vorgänge beginnen zeitlich verzögert zum Zeitpunkt t_2 . Bis zum Zeitpunkt t_2 bleiben die Motordrehwinkelgeschwindigkeit w_M und alle Momente (M_{KV} , M_{KN} , M_{GA} und M_M) konstant auf den Werten, die kurz vor dem Schaltbefehl zum Zeitpunkt t_1 vorlagen. Während des Zeitraums $t_3 - t_2$ wird der Steuerdruck in der Hydraulik zum Schließen der für den neuen Gang zuzuschaltenden Kupplung so weit erhöht, bis diese Kupplung ein Kupplungsmoment M_{KN} aufnimmt, das gleich dem Wert des aktuellen Motormoments M_M ist. Zum Zeitpunkt t_3 wird das von der Kupplung des vorher eingelegten Ganges übertragene Moment M_{KV} nicht mehr benötigt, d. h. der Kupplungsdruck der dem vorher eingelegten Gang zugeordneten Kupplung wird vollständig abgebaut. Das Getriebeausgangsmoment M_{GA} wird während des Zeitraums $t_3 - t_2$ entsprechend der Übersetzung des neu einzulegenden Ganges verringert. Das Motormoment M_M wird bis zum Zeitpunkt t_3 konstant gehalten.

Im folgenden wird der Hochschaltungsverlauf ab dem Zeitpunkt t_3 zunächst ohne die erfindungsgemäße Motormomentenreduzierung beschrieben:

Das Motormoment M_M soll entsprechend der gestrichelten Linie auch für die Zeit größer t_3 konstant gehalten werden.

Zum Zeitpunkt t_3 ist das Moment M_{KN} der neu zugeschalteten Kupplung gerade so groß wie das Motormoment M_M . Dieses Momentengleichgewicht ist labil, da die Momente von Schwankungen der Betriebsparameter, wie z. B. der Last und der Reibwerte, beeinflusst 65

werden. Die Ermittlung dieses Betriebspunktes ist schwierig, da dazu die tatsächlichen Kupplungsmomente bekannt sein müßten. Deshalb wird der Kupplungsdruck der neu zugeschalteten Kupplung weiter erhöht, d. h. das Moment M_{KN} weiter aufgebaut, bis ein Wert erreicht ist, der eine Momentenerhöhung gegenüber dem Motormoment M_M besitzt, der in jedem Betriebszustand ein längeres Schlupfen der Kupplung verhindert und darüber hinaus auch die gewünschte, bei einer Hochschaltung negative Motordrehwinkelbeschleunigung \dot{w}_M bewirkt.

Mit der Erhöhung des Kupplungsmoments M_{KN} über den Wert des Motormoments M_M hinaus, werden die rotierenden Motor- und Getriebemassen abgebremst, wodurch sich auch die Motordrehwinkelgeschwindigkeit w_M abzusinken beginnt. Durch diese zu verzögernden rotierenden Massen entsteht das Drehenergiemoment M_{DE} , das wiederum eine Erhöhung des Getriebeausgangsmoments M_{GA} , wie mit der gestrichelten Linie 20 dargestellt, bewirkt. Diese Erhöhung des Getriebeausgangsmoments M_{GA} wird vom Fahrer als Schaltruck empfunden. Dieser Schaltruck soll mittels der erfindungsgemäßen Motormomentenreduzierung verhindert werden.

Im folgenden werden die Momentenverläufe entsprechend der erfindungsgemäßen Motormomentenreduzierung den Verläufen ohne Momentenreduzierung gegenübergestellt:

Ziel ist der mit der durchgezogenen Linie gezeichnete Verlauf des Getriebeausgangsmoments M_{GA} ab dem Zeitpunkt t_3 . Die jeweilige Momentendifferenz zwischen der durchgezogenen und der gestrichelten Linie entspricht dem durch die zu verzögernden rotierenden Massen entstehenden Drehenergiemoment M_{DE} , dessen Betrag mit der Formel $M_{DE} = J \cdot \dot{w}_M$ berechnet und jeweils vom theoretischen Motormoment M_M , der ohne Momentenreduzierung vorliegen würde, ab dem Zeitpunkt t_3 bis zum Zeitpunkt t_5 , d. h. bis zum Ende des Hochschaltablaufs, abgezogen wird.

Der mit der durchgezogenen Linie gezeichnete Verlauf des Moments M_{KN} der neu zugeschalteten Kupplung zeigt bei Anwendung der erfindungsgemäßen Motormomentenreduzierung MR gegenüber dem mit der gestrichelten Linie gezeichneten Verlauf, daß während der Motormomentenreduzierung MR ein niedrigeres Kupplungsmoment eingestellt wird als bei einer Hochschaltung ohne Motormomentenreduzierung MR .

Zusammengefaßt ist die Reduzierung des Motormoments M_M um das Drehenergiemoment M_{DE} zum einen für ein Konstanthalten des Getriebeausgangsmoments M_{GA} und zum anderen für einen geringeren Kupplungsdruckbedarf in der zuzuschaltenden Kupplung und damit für kurze Schaltzeiten bei kleinerer Kupplungsbelastung eine vorteilhafte Lösung. Das Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, daß keine Kennfelder mehr benötigt werden, wenn das Drehenergiemoment M_{DE} aus der Multiplikation des Trägheitsmoments J mit der Motordrehwinkelbeschleunigung \dot{w}_M berechnet wird. Es sei angemerkt, daß das Trägheitsmoment J gangabhängig sein kann, indem z. B. das dem nachher eingelegten Gang zugeordnete Trägheitsmoment J zur Berechnung des Drehenergiemoments M_{DE} bzw. des Betrags MR zur Motormomentenreduzierung verwendet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung des Motormoments bei einem Gangwechsel in einem Kraftfahrzeug mit

elektronisch gesteuertem Automatikgetriebe und elektronischer Motorsteuerung, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Drehenergiemoment (M_{DR}), das durch zu verzögernde oder zu beschleunigende rotierende Massen bei einer gangwechselbedingten Änderung der Motordrehwinkelgeschwindigkeit ($\dot{\omega}_M$) entsteht, berechnet wird und beim Einkuppeln des neuen Getriebeganges sowohl das Motormoment (M_M) als auch das von der Kupplung des neu eingelegten Ganges aufgenommene Moment ($M_{K,n}$) um den Betrag dieses Drehenergiemoments (M_{DR}) reduziert wird.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehenergiemoment (M_{DR}) aus der Multiplikation des Trägheitsmoments (J) der rotierenden Massen mit dem Gradienten ($\dot{\omega}_M$) der Motordrehwinkelgeschwindigkeit (ω_M) kontinuierlich ermittelt wird.

3. Verfahren nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehenergiemoment (M_{DR}) mit einem getriebegangabhängigen Trägheitsmoment (J) berechnet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

